

MENU **SEARCH** **INDEX** **DETAIL**

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11083368

(43)Date of publication of application: 26.03.1999

(51)Int.Cl.

F28F 1/40

(21)Application number: 09251836

(71)Applicant:

HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing: 17.09.1997

(72)Inventor:

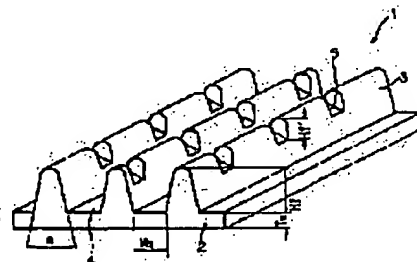
SUZUKI YOSHIO
INUI KENICHI
TOBE MASAKAZU
OTANI TADAO

(54) HEATING TUBE HAVING GROOVED INNER SURFACE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance condensation and evaporation performance by forming a plurality of fins on the inner surface along a line making a first specified angle against the tube axis and setting the depth of a plurality of notches made in these fins within a specified range of the height of each fin thereby suppressing pressure drop of coolant.

SOLUTION: The heating tube 1 is made of a copper seamless pipe 2 having inner surface provided with a plurality of continuous fins 3 at a specified angle against the tube axis and a primary groove 4 is made continuously between the fins 3. The fin 3 is provided with a plurality of notches 5 along a line making an angle against the tube axis in the direction reversely to the fin 3. The notch 5 serves as a secondary groove which constitutes a double groove structure along with the primary groove. The depth H_f of the notch 5 is set in the range of 20-40% of the height H_f of the fin 3. According to the structure, heat transfer characteristics of evaporation and condensation can be enhanced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 1 - 8 3 3 6 8

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

(51)Int. Cl.⁶

識別記号

F I

F 2 8 F 1/40

F 2 8 F 1/40

D

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-251836

(22)出願日 平成9年(1997)9月17日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 鈴木 喜夫

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社システムマテリアル研究所内

(72)発明者 乾 謙一

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社システムマテリアル研究所内

(72)発明者 戸部 将一

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社土浦工場内

(74)代理人 弁理士 平田 忠雄

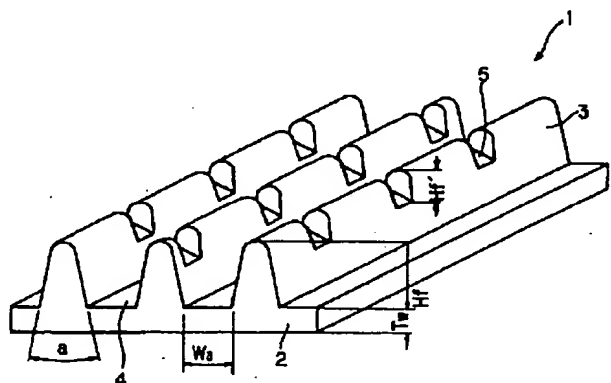
最終頁に続く

(54)【発明の名称】内面溝付伝熱管

(57)【要約】

【解決課題】 冷媒の圧力損失を抑え、凝縮及び蒸発の性能の向上を図り、ポンプのパワーアップを必要としない内面溝付伝熱管を提供する。

【解決手段】 内壁面に、管軸と第1の所定の角度をなす線に沿って形成された複数のフィン3と、管軸と第2の所定の角度をなす線に沿ってフィン3に刻まれた複数のノッチ5とを備える内面溝付伝熱管において、ノッチ5の高さ Hf' をフィン3の高さ Hf の20%以上40%未満とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内壁面に、管軸と第 1 の所定の角度をなす線に沿って形成された複数のフィンと、管軸と第 2 の所定の角度をなす線に沿って該フィンに刻まれた複数のノッチとを備える内面溝付伝熱管において、該ノッチが該フィンの高さの 20%以上 40%未満の深さを有することを特徴とする内面溝付伝熱管。

【請求項 2】 前記ノッチが管内面 1 周当たり 28~40 個形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の内面溝付伝熱管。

【請求項 3】 前記フィンとノッチが前記第 1 及び第 2 の角度として管軸に対して互いに逆方向の角度を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の内面溝付伝熱管。

【請求項 4】 前記フィンが、0.18~0.3mm の範囲の高さを有することを特徴とする請求項 1~3 いずれかに記載の内面溝付伝熱管。

【請求項 5】 前記フィンとノッチがシームレス管の内壁面に形成されていることを特徴とする請求項 1~4 いずれかに記載の内面溝付伝熱管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内面溝付伝熱管に関し、特に、冷媒の蒸発性能及び凝縮性能に優れると共に圧力損失の少ない内面溝付伝熱管に関する。

【0002】

【従来の技術】空気調和機や冷凍機などの熱交換器には、管内に相変化する冷媒を流動させ、管外流体と熱交換させることにより冷媒の蒸発あるいは凝縮を生じさせる伝熱管が用いられている。この伝熱管として、例えばルームエアコンなどの熱交換器には、管内での冷媒の蒸発や凝縮による熱伝導を促進するために、内面に螺旋状の連続した溝を設けた内面溝付伝熱管が使われている。

【0003】この螺旋状の連続溝によって管内の伝熱面積が増し、冷媒が攪拌されて熱伝達率が向上する。また、管内に管軸となす角度が異なる 2 種類の溝を形成することで、管内を通過する流体の攪拌を大きくし、伝熱特性の向上を目指した二重溝付伝熱管もある。

【0004】このような二重溝付伝熱管は、例えば特開昭 57-58092 号公報、特開昭 60-29593 号公報、特開平 6-221788 号公報、特開平 8-42987 号公報、特開平 8-61878 号公報等で開示されている。

【0005】この中で、特開昭 57-58092 号公報に開示されている二重溝付伝熱管（以下、第 1 の内面溝付伝熱管という）は、内壁面に反対回りの一次及び二次溝を形成し、二次溝を一次溝より浅くしたもので、一次溝によって形成された隆起部（フィン）の表面で生じた液膜を表面張力で一次及び二次溝に流しながら重力によって底面に落下させることにより凝縮熱伝達率の向上を

図っている。

【0006】また、特開昭 60-29593 号公報に開示されている二重溝付伝熱管（以下、第 2 の内面溝付伝熱管という）は、管軸に対して所定の角度で一次溝を形成することにより溝間にリブ（フィン）を形成し、このリブに管軸に対して一次溝と反対回りの所定の角度で一次溝より浅い二次溝を形成したもので、この構成によって単相流の伝熱性能の向上を図っている。

【0007】図 5 は、特開平 5-221788 号公報に開示されている二重溝付伝熱管（以下、第 3 の内面溝付伝熱管という）を示す。この伝熱管 100 には、管壁 101 の内面に管の長手方向に実質的に平行な複数のフィン 102 が設けられ、これらのフィン 102 間が一次溝 103 を構成している。また、これらのフィン 102 には長手方向軸と所定の角度で螺旋状にノッチ 104 が刻まれ、このノッチ 104 が二次溝を構成している。この伝熱管 100 は、銅又は銅合金のストリップを圧延してフィン 102 を形成し、次に圧延エンボスによりバリ 105 の形成を伴いながらノッチ 104 を形成し、最後にシーム溶接によって管状に構成されている。この伝熱管 100 では、ノッチ 104 の深さは少なくともフィン 102 の高さの 40% にすることにより熱伝達性能の向上を図っている。

【0008】一方、エアコンや冷凍機などに使用される熱交換器は、管内を流通する流体が、気体から液体になる凝縮器と、液体から気体になる蒸発器が必要である。凝縮器、蒸発器それぞれに使用環境に合わせ最適化されており、他の環境では十分な性能が発揮されない。したがって、凝縮器、蒸発器それぞれに適した伝熱管を使用する必要がある。

【0009】ところで、近年、地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、海洋汚染など地球環境問題が大きな課題となっている。中でも、オゾン層の破壊をくい止めるため、フロン規制が行われ、エアコンの冷媒として用いられてきたフロン R22（HCF₂Cl₂）も 2020 年には 99.5% が削減され、実質的には廃止される。この R22 の代替冷媒として、パッケージエアコン用には R407C、ルームエアコン用には R410A の選定が決定的である。

【0010】これらの冷媒はいずれも 2 種あるいは 3 種の冷媒を混合したものである。R407C は、R32、R125、R134a の 3 種類のフロンを混合して現行の R22 とほぼ同じ物性値にしたもので、それぞれの冷媒は異なった温度で蒸発、凝縮する非共沸混合冷媒である。一方、R410A は、R32 と R125 を 50% ずつ混合した冷媒で、ほぼ共沸のため伝熱性能の低下はないが、圧力が R22 の約 1.6 倍と高圧になる。そのため、このような冷媒の凝縮、蒸発の両方に用いられる伝熱管には、従来の伝熱管と異なる構成が必要となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の第 1 より第 3 の内面溝付伝熱管によると、一次溝によって形成されたフィンに形成する二次溝の深さが適切性を欠くと、冷媒の圧力損失が増加するため、凝縮及び蒸発の性能が低下し、また、ポンプのパワーを大にしなければならず、更に、非共沸混合溶媒の気体と液体の境界を乱して破ることができない。また、従来の第 3 の内面溝付伝熱管によると、二次溝の深さが少なくともフィンの高さの 40% に設定されているため、二次溝の形成時に生じたバリが圧力損失を更に増加させる。従って、本発明の目的は、冷媒の圧力損失を抑え、凝縮及び蒸発の性能の向上を図り、ポンプのパワーアップを必要としない内面溝付伝熱管を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、内壁面に、管軸と第 1 の所定の角度をなす線に沿って形成された複数のフィンと、管軸と第 2 の所定の角度をなす線に沿って該フィンに刻まれた複数のノッチとを備える内面溝付伝熱管において、該ノッチが該フィンの高さの 20% 以上 40% 未満の深さを有すること

10

20

を特徴とする内面溝付伝熱管を提供する。

【0013】本発明の内面溝付伝熱管によれば、フィン間に形成されている一次溝とフィンに形成されている二次溝としてのノッチとで二重溝が管内面に設けられるとともに、ノッチの深さを最適化したので、冷媒の攪拌と掻き揚げが促進され、R407C のような非共沸混合溶媒の気体と液体との間の境界層を攪拌効果により乱すことで蒸発性能、凝縮性能ともに良好である。また、フィンに切り込んだノッチの深さをフィンの高さの 20% 以上、40% 未満としたことにより、ノッチをフィンに形成する際に発生する一次溝内に張り出すバリが小さくなり、その結果、良好な攪拌効果を維持したまま圧力損失を低く保つことが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の内面溝付伝熱管の実施の形態を説明する。図 1 は、本発明にかかる内面溝付伝熱管の実施の形態であり、管内面を拡大して示している。この伝熱管 1 は、例えば銅又は銅合金製のシームレスパイプ 2 の内面に管軸と所定の角度を持つ複数の連続したフィン 3 が形成されており、このフィン 3 の間に連続した溝が形成され、一次溝 4 を構成している。さらに、この管軸に対してフィン 3 と逆方向の角度をなす線に沿ってフィン 3 に複数のノッチ 5 が刻まれている。フィン 3 に刻まれたノッチ 5 が二次溝を構成し、これらの一次溝 4 と二次溝 5 から二重溝構造となっている。

40

【0015】フィン 3 の高さ H_f は、通常 0.18 mm ~ 0.3 mm の範囲が好ましい。フィンの高さが 0.18 mm より低いと、圧力損失は低くなるが伝熱特性が悪くなる場合がある。一方、フィン H_f の高さが 0.3 mm を超えると、管外径が 6 mm 以下ではシームレス管内

50

面へのフィン 3 の加工が困難となり、工業的に安定した品質で供給が困難になる場合がある。また、フィン 3 のテーバー角度 α は、12 ~ 25°、一次溝 4 の幅 W_3 は、管外径との比が 0.017 ~ 0.049 程度とすることが好ましい。さらに、伝熱管 1 の厚さ T_w は、管外径との比が 0.027 ~ 0.052 程度がよい。

【0016】このフィン 3 に刻まれているノッチ 5 の深さ $H_{f'}$ は、フィン 3 の高さ H_f の 20% 以上、40% 未満とする必要がある。ノッチ 5 の深さ $H_{f'}$ がフィン 3 の高さ H_f の 20% 未満では攪拌効果の減少により性能向上の効果がでない。一方、40% 以上では、フィン 3 にノッチ 5 を形成する際に発生する一次溝 4 内に張り出すバリ（図示せず）が大きくなり、バリによる圧力損失の増加が大きくなりすぎて、実質的に熱交換器に用いるのに不相当となる。また、ノッチ 5 を深くすると伝熱面積が減少し、攪拌効果による性能向上があっても伝熱面積の減少による性能低下もあり、総合的には性能が減少する。なお、ノッチ 5 の形状は特に制限されるものではなく、図 1 ではノッチの底面が平坦で、その底面からややテーバー状に傾斜した側壁が形成されているが、このほかの形状、例えば U 字状や V 字状であっても良い。

【0017】図 2 は、図 1 に示したフィン 3 とノッチ 5 の管軸に対する角度を示すもので、図 2 において中心の一点鎖線が管軸 z を示す。フィン 3 の管軸 z に対する角度 β_1 は、0°、即ち管軸 z と平行 ~ 30° 程度、特に 10 ~ 23° の範囲が好ましい。

【0018】一方、ノッチ 5 の管軸 z に対する角度 β_2 は、フィン 5 とは逆方向で、例えば、0 ~ 10°、特に 0 ~ 5° 程度がよい。このノッチ 5 とフィン 3 の管軸 z に対する角度を逆方向とすることにより、ノッチ 5 の方向とフィン 3 の方向とを交差させ、これにより冷媒の攪拌と掻き揚げを促進させ、熱伝達率を向上させることができる。また、ノッチ 5 の数は、管内面の 1 周あたり 28 ~ 40 個程度がよい。ノッチの数が 28 個より少ないと、攪拌効果による性能向上が小さく、ノッチを設けた効果が低くなる場合がある。一方、ノッチ 5 の数が 40 個を超えると、ノッチ 5 増加による圧力損失が増加し、実質的に熱交換器として不相当になる場合があるとともに、ノッチが増加することで伝熱面積が減少し、攪拌効果による性能向上があっても、伝熱面積の減少による性能低下で、総合的にはノッチ 5 を設けた効果がなくなる場合がある。ノッチ 5 のピッチ W_n は、管外径との比が 0.06 ~ 0.11 程度である。

【0019】従来技術の特開昭 57-58092 号公報、特開平 6-221788 号公報、特開平 8-42987 号公報、特開平 8-61878 号公報に開示されている伝熱管のように、一次溝に対して二次溝が浅いとしても、その浅さの程度により性能向上よりも圧力損失が大きくなる。本発明では、一次溝に対して二次溝の深さを 20% 以上 40% 未満とすることで、良好な伝熱性能

と低圧力損失との両立が可能である。

【0020】本発明の実施形態の内面溝付伝熱管によれば、螺旋状の連続したフィン間に形成されている一次溝と、該フィンが管軸となす角度とは異なる角度を持つ線に沿って該フィンに設けたノッチによる二重溝を設けたことと、ノッチの深さを最適化したことにより、冷媒の攪拌と掻き揚げが促進され、攪拌効果により熱伝達率が向上している。特に、R407Cのような非共沸混合冷媒などは、液体と気体の混合状態である蒸発器、凝縮器において液体と気体、さらに、成分の異なる気体との間に境界層ができ、これにより熱伝達の弊害となり、伝熱性能が低下する。このような冷媒に対し、本発明の伝熱管は、攪拌効果により境界層を乱すことで伝熱性能向上の効果が大きい。

【0021】さらに、フィンに切り込んだノッチの深さをフィンの高さの20%以上、40%未満としたことにより、攪拌効果を維持したまま圧力損失を低く保つことが可能である。

【0022】さらに、本実施形態の伝熱管はシームレス管であり、管全長にわたり溶接がなくなって溶接強度の問題がなくなる。特開平6-221788号公報、特開平8-42987号公報、特開平8-61878号公報等で開示されているような圧延エンボス後、シーム溶接で製造した伝熱管は、溶接部強度が問題となり、管全長に亘り溶接部強度が十分である保証はなく、特に、使用圧力が高いR410Aを使用する場合には問題となる。

【0023】このようなシームレスの内面二重溝付伝熱管は、例えば金属管の中にフィンを形成する前方のプラグと、ノッチを形成する後方のプラグとを配し、各々のプラグに対して複数のロールを金属管の外周から押圧しながら金属管を延伸することにより、金属管の内面にまずフィンを形成し、次にノッチを形成することで、フィンとノッチを備える内面溝付伝熱管を形成することができる。このとき、フィンにノッチを切り込む際に、バリが生じるが、本発明では、ノッチの深さをフィンの高さの20%以上40%未満としてバリによる圧力損失の上昇を抑制している。

【0024】なお、上記実施形態では、伝熱管はシームレスとしているが、本発明には、シーム溶接で製造した溶接部がある伝熱管も包含される。

*40

蒸 発 試 験		凝 縮 試 験	
蒸発温度(出口基準)	5℃	凝縮温度(入口基準)	40℃
入口乾き度	0.2	過冷却度	5℃
過熱度	5℃	過熱度	30℃
温水入口温度	15℃	冷却水入口温度	25℃
伝熱管長さ		1m×5	
使用冷媒		R407C	

【0029】図4は、横軸はフィンの高さHfに対するノッチの切り欠きの深さHf'の比率Hf'/HFで、縦軸はノッチなしの場合を基準にしたときの凝縮、蒸発

*【0025】次に、本発明にかかる内面溝付伝熱管のノッチの切り込み率と性能の関係を求めた実験について説明する。

【0026】この実験に用いた内面溝付伝熱管は、フィン3の高さHfが0.25mm、フィン3の管軸となす角度 $\beta 1$ は18°、ノッチの深さHf'は0.09mm、管軸となす角度 $\beta 2$ は、フィンと逆方向の3.0°である。管内径は6.48mm、一次溝の幅W3は0.20mm、ノッチの数は30/周である。

10 【0027】伝熱性能測定は、図3に示す伝熱測定装置10を用いた。バルブ12、13、14、15、16、17、18、19はそれぞれ、凝縮性能、蒸発性能を測定する際の回路切り替えのバルブである。凝縮性能測定の場合は、バルブ13、15、17、19を開け、バルブ12、14、16、18を閉じる。圧縮機11から出た冷媒は、破線の矢印に沿って、バルブ13、15を経て性能測定領域20に設置した伝熱管21に気体で入る。伝熱管21の管内で冷媒は凝縮し、バルブ17、受液器24、ドライヤー25、サブクーラー26、流量計27、膨張弁28、バルブ19を経て、蒸発器29で再び気体となり、圧縮機11に戻る。蒸発性能測定の場合は、バルブ12、14、16、18を開け、バルブ13、15、17、19を閉じる。圧縮機11から出た冷媒は実線矢印に沿って、凝縮器30を経て液体となり、バルブ14、受液器24、ドライヤー25、サブクーラー26、流量計27、膨張弁28、バルブ18を経て、伝熱管21の管内を通り、バルブ16、蒸発器29を通過して圧縮機11に戻る。

30 【0028】性能測定領域20は二重管構造となっており、伝熱管21の管内には冷媒が流れ、伝熱管21の管外は、冷温水器23から供給される冷温水が出入り口22を経て流れる。表1に測定条件を示す。表1に示す条件下で冷温水出入り口温度および流量、冷媒流量、冷媒出入り口温度および圧力から伝熱管の伝熱性能を評価した。冷媒としてR407Cを使用した。このような伝熱測定装置10を用い、冷媒流量は30kg/hrで、上記伝熱管のノッチの深さを変えた伝熱管の伝熱性能の評価を行った。図4に評価結果の一例を示す。

【表1】

の比率を示す。

【0030】図4の結果より、凝縮、蒸発ともに切り欠きの深さがフィンの高さの40%で性能がピークに達

し、切り欠きの深さが40%を越えると凝縮、蒸発ともに性能が低下する。一方、圧力損失は、切り欠きが深くなるとバリの発生が大きくなり、溝を流れる冷媒の妨げになるため、直線状に上昇している。

【0031】このことから、実用的にはノッチの深さをフィンの20%以上、40%未満とすることで、蒸発、凝縮の両性能を維持したまま圧力損失を低く保つことができることが認められる。また、冷媒流量が30 kg/Hr以外でも、図4に示したものと同一傾向を示した。

【0032】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明の内面溝付伝熱管によると、二重溝構造におけるフィンに形成するノッチの深さをフィンの高さの20%以上40%未満としたため、良好な蒸発、凝縮の伝熱特性を有すると共に、圧力損失が低い。そのため、本発明の内面溝付伝熱管を使用するエアコンの能力向上、省エネルギーなどに貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内面溝付伝熱管の実施形態の内面を拡大して示す斜視図である。

【図2】図1の内面溝付伝熱管の内面を展開して示す平面図である。

【図3】実験例における伝熱管の性能測定に用いた性能測定系統図である。

【図4】性能評価結果を示すグラフである。

【図5】従来の二重溝付伝熱管の内面の一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

1…内面溝付伝熱管

2…管壁

3…フィン

4…一次溝

5…ノッチ

10…伝熱測定装置

11…圧縮機

12…バルブ

13…バルブ

14…バルブ

15…バルブ

16…バルブ

17…バルブ

18…バルブ

19…バルブ

20…性能測定領域

21…伝熱管

22…出入り口

23…冷温水器

24…受液器

25…ドライヤー

26…サブクーラー

27…流量計

28…膨張弁

29…蒸発器

30…凝縮器

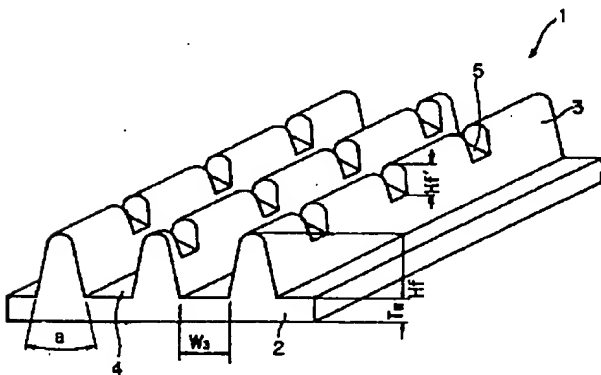
Hf…フィンの高さ

Hf'…ノッチの深さ

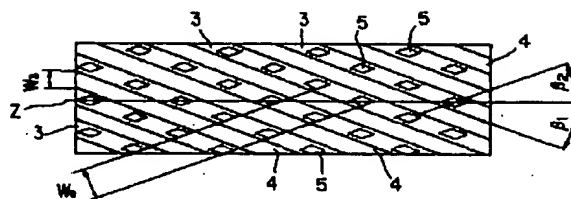
$\beta 1$ …フィンの管軸に対する角度

$\beta 2$ …ノッチの管軸に対する角度

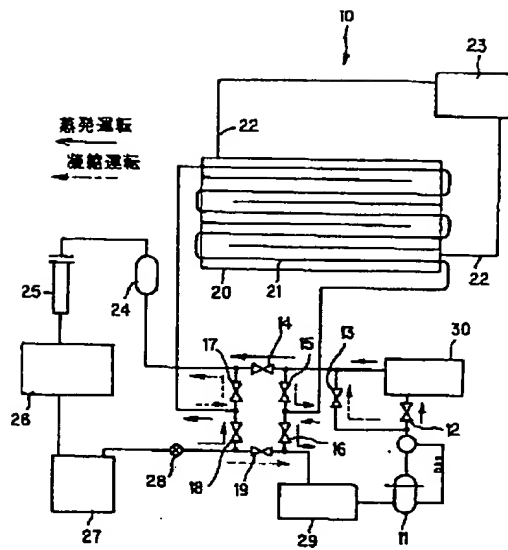
【図1】



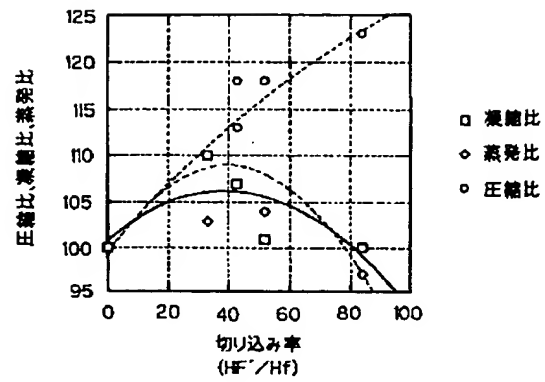
【図2】



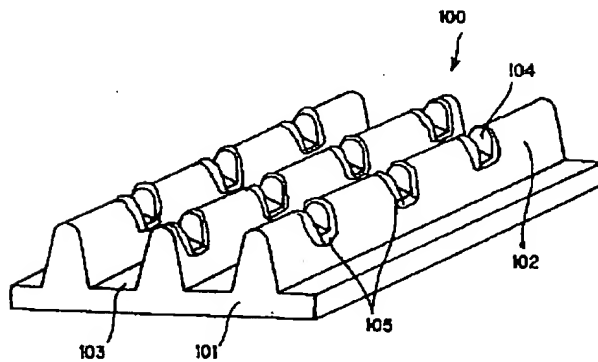
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 大谷 忠男

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線
株式会社システムマテリアル研究所内